

# Isıl İletkenliğin Farklı Yoğunluktaki EPS Ürünleri İçin Değişimi

İbrahim uzun\*, Pelin Ünal\*\*

\*Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

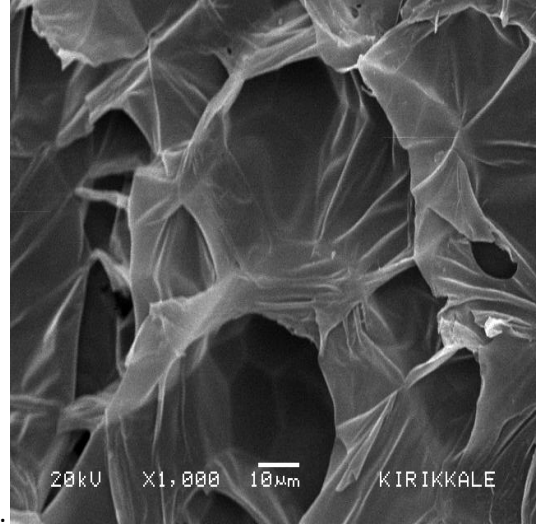
\*\*Grofen İleri Yapı Teknolojileri İzolasyon Maddeleri San. ve Tic. A.Ş.

## 1. GİRİŞ

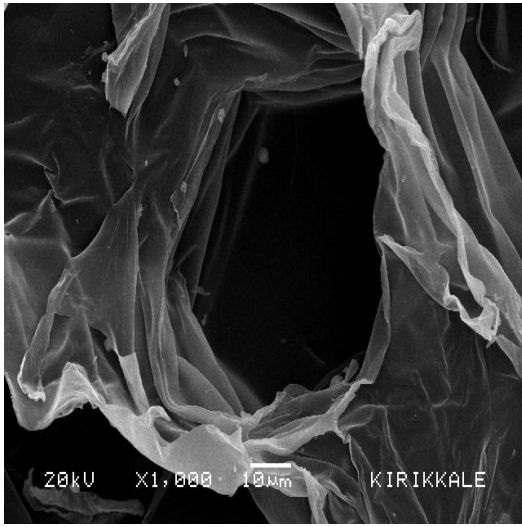
Isı yalıtım malzemelerinin en öne çıkan özellikleri gözenek yapısı ve yoğunluklarıdır. Bunların dışındaki özellikler ısı yalıtımı açısından ikinci plandaki özellikler şeklinde düşünülebilir. Çünkü ısı geçişini etkileyen malzeme özelliği olan ısı iletkenlik, bu iki parametre ile çok ilgili bir malzeme özelliğidir. Malzeme içerisindeki gözenek miktarının artması genelde ısı iletkenliği( $\lambda$ ) düşürür(ısı iletkenlik ısı yalıtım özelliği ile ters orantılıdır, ısı iletkenlik değeri azaldıkça ısı yalıtım özelliği artar). Ancak gözeneklerin büyüklüğü ve aşırı gözeneklilik ısı ışınım ve ısı taşınımı etkileri nedeniyle her zaman ısı iletkenliği olumlu yönde etkilemeyebilir. Bu durum EPS(Expanded Polystyren Foam) için olduğu kadar diğer ısı yalıtım malzemeleri için de geçerlidir. Bu çalışmada farklı yoğunluktaki birkaç EPS ürün için mikro fotoğraflar kullanılarak gözenekliliğe bağlı olarak ve gözeneklilik ile ters orantılı olan yoğunluğun artmasına karşın ısı iletkenliğin çok küçük değerlerde de olsa düşmesi açıklanmaya çalışılmıştır.

## 2. GÖZENEK YAPISI

Gözenekliliğin artması bilindiği üzere malzeme yoğunluğunu da etkilemektedir. Aslında ilk bakışta malzemenin boşluk dışındaki ana yapısının ısı iletkenliği havanın ısı iletkenliğine göre oldukça yüksek değerlerdedir. Yoğunluk arttığında birim hacim içerisinde bu ana yapı malzemesinin miktarı da oransal olarak artacağından ısı iletkenliğin artması beklenebilir. Araştırmaların ışığında gözenek yapısının yoğunluk değişiminde yapısal nasıl bir değişim gösterdiği değerlendirilebilir. Gözenek yapısını belirleyebilmek için günümüz şartlarında çok büyütülmüş ve çok açıklayıcı fotoğraflarla gözenekleri göstermek mümkün olabilmektedir. Örneğin Şekil 3.'de  $22 \text{ kg/m}^3$  yoğunluklu bir ürün için alınmış mikro yapıda gözenek yapısı ve yaklaşık gözenekler arası mesafenin  $30 \mu\text{m}$  olduğu görülmektedir. Diğer yoğunluklar için benzer mikro yapılar değerlendirilerek gözenek geometrisi ve yoğunluk ilişkisi açıklanabileceği görülmektedir. Gözeneklerin simülasyonu iyi tasarlanabilirse yoğunluk gözeneklilik ilişkisinin sayısal olarak da çözümü yapılabilecektir. Ancak sayısal modelleme için aşağıdaki fotoğraflardan da gözlenebileceği üzere düzgün bir geometrik yapının oluşmadığı ve bir rastgeleliğin olduğu söylenebilir. Bu rastgelelikte yaklaşık bir geometrik tanımlama yapmak mümkün



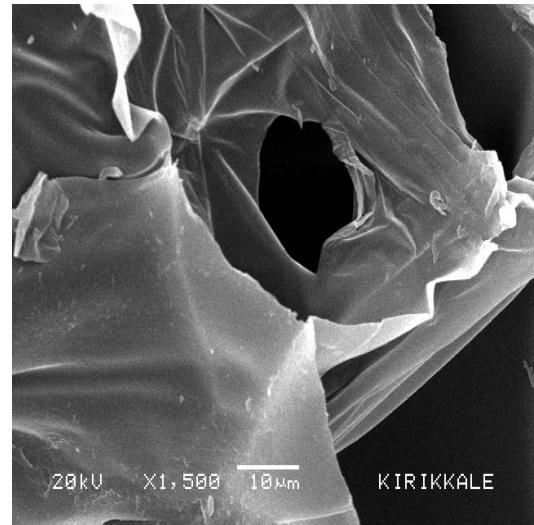
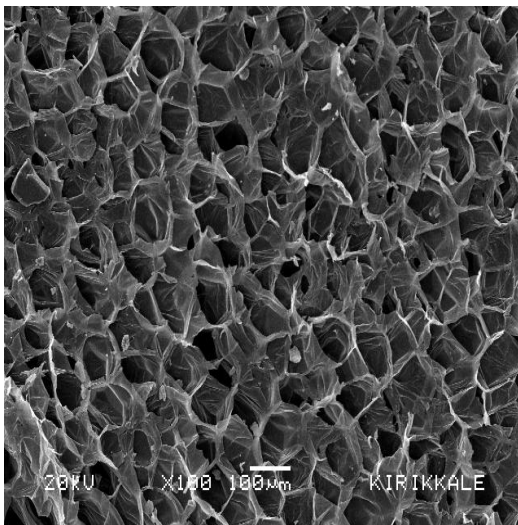
gibi gözükse de bu yaklaşım çok doğru olmayacaktır.



(a)

(b)

Şekil 1. EPS iç yapısının 1000 büyütme fotoğrafı (a) 18 ve (b) 22 kg/m<sup>3</sup> yoğunluklu.



Şekil 2. 32 kg/m<sup>3</sup> yoğunluklu EPS iç yapısının 100 ve 1500 büyütme fotoğrafları.

Şekil 1. ve Şekil 2.'de görüleceği üzere farklı yoğunluklardaki(18, 22 ve 32) EPS mikro yapıları çok açık bir şekilde görülmektedir. Bu şekillerden farklı yoğunlukta ancak aynı büyütme oranına sahip 18 ve 22 yoğunlukta EPS görüntülerinin verildiği Şekil 1.'de gözenek yapısı dikkat çekicidir. Düzlemde düşünüldüğünde yoğunluğu yüksek olanın boşluk büyüklüğünün küçük olması beklenir. Ancak resimde bunun tam tersinin söz konusu olduğu görülmektedir. Bu durum EPS hammaddesi yoğunluğu ile ilgili olabileceği gibi gözenekleri oluşturan kabukların kalınlığı ile de ilişkili olabileceği görülmektedir. Ayrıca en önemli parametre bu gözeneklerin büyüklüğü ile taşınım ve ısıtım ilişkisinin açıklanması ısı iletkenlik yoğunluk bağıntısını daha iyi açıklayacaktır.

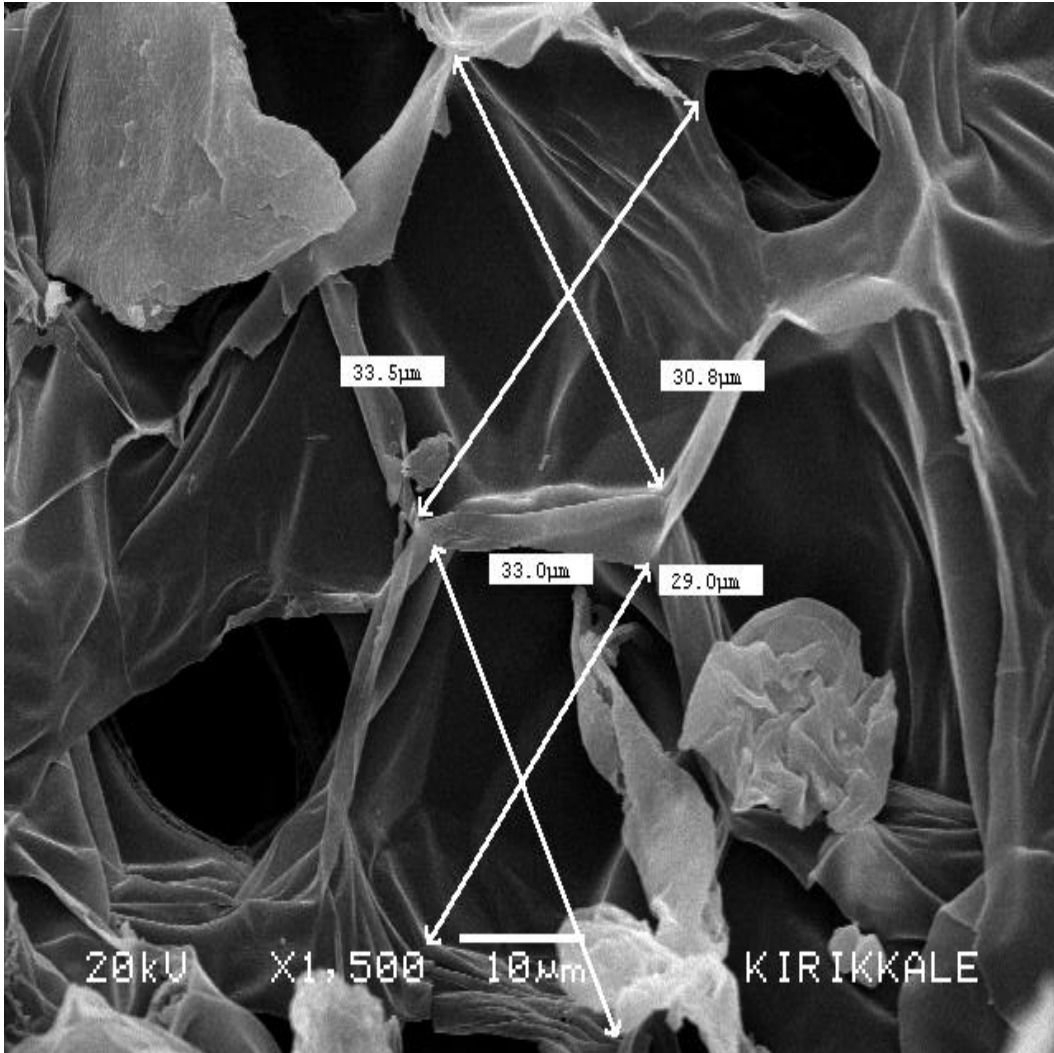
### 3. DENEYSEL SONUÇLAR

DeneySEL sonuçlar göstermektedir ki yoğunluk artıka ısı iletkenlik değeri kısmen de olsa düşmektedir. Bu değışim oransal olarak küçük bir farkı oluşturmaktadır. Örneğın 16 yoğunluklu bir üründen 20 yoğunluklu ürüne geçildiğinde yoğunluk oranı %25 artıma karşın ısı iletkenlikteki artış oranı sadece %3.22 dolayındadır. Bu oransal değışim katkılı gri renkli ürünlerde olduğu gibi beyaz ürünlerde de yaklaşık aynı oranlarda gerçekleşmektedir. Bu oransal değışimler ve üç farklı yoğunluk için deneySEL ölçümlerin ağırlıklı aralığı Tablo 1.'de her iki tür ürün için verilmiştir. Bu değeri üzerinden katkılı EPS levhaların diğeri beyaz ürünlere göre daha düşük ısı iletkenliğe sahip olduğu kanısı doğru olmakla birlikte bu oranın düşüklüğü deneylerde çok daha net görülmektedir.

Tablo 1. Farklı yoğunlukta ve farklı içerikteki EPS için yoğunluk ısı iletkenlik aralıkları

EPS Türü	Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	Isıl İletkenlik Deney Sonuçları Aralığı (W/(m.K))
Katkılı, Gri renkli	16	0.032 – 0.034
	20	0.031 – 0.034
	30	0.030 – 0.033
Beyaz renkli	16	0.035 – 0.037
	20	0.034 – 0.036
	30	0.033 – 0.034

Pazarlama kaynaklı beyanlarda katkılı ürünlerin diğer ürünlere göre %20'ler civarında daha iyi olduğu beyanları bir ürünün en alt sınır değeri ile diğer ürünün üst sınır değerinin oranlarına bakılarak söylendiği deneysel sonuçlardan görülebilmektedir. Ancak bu durumun elbette ölçülen ürünlerle sınırlı olduğu unutulmamalıdır. EPS mikro yapı fotoğraflarından gözeneklerin küresel bir gözenek geometrisinden silindirik bir geometrik yapı arasında değiştiği ve boşlukların kesinlikle çok düzgün oluşmadığı rahatlıkla söylenebilir. Gözeneklerin kapalı gözenek olduğunu söylemek bu fotoğraflara göre zordur. Yer yer gözenekler arasında yırtıkların olduğu görülebilmektedir. Bu fotoğrafların kesilmiş bir düzlemden alındığı düşünülürse ileri çalışmalarla üç boyutlu bir ortam için gözeneklerin birbirleriyle olan bağlantıları için fikir yürütülebilir.



Şekil 3. 22 yoğunluklu EPS iç yapısındaki gözenek boyutları.